

Fig. 1

2/3

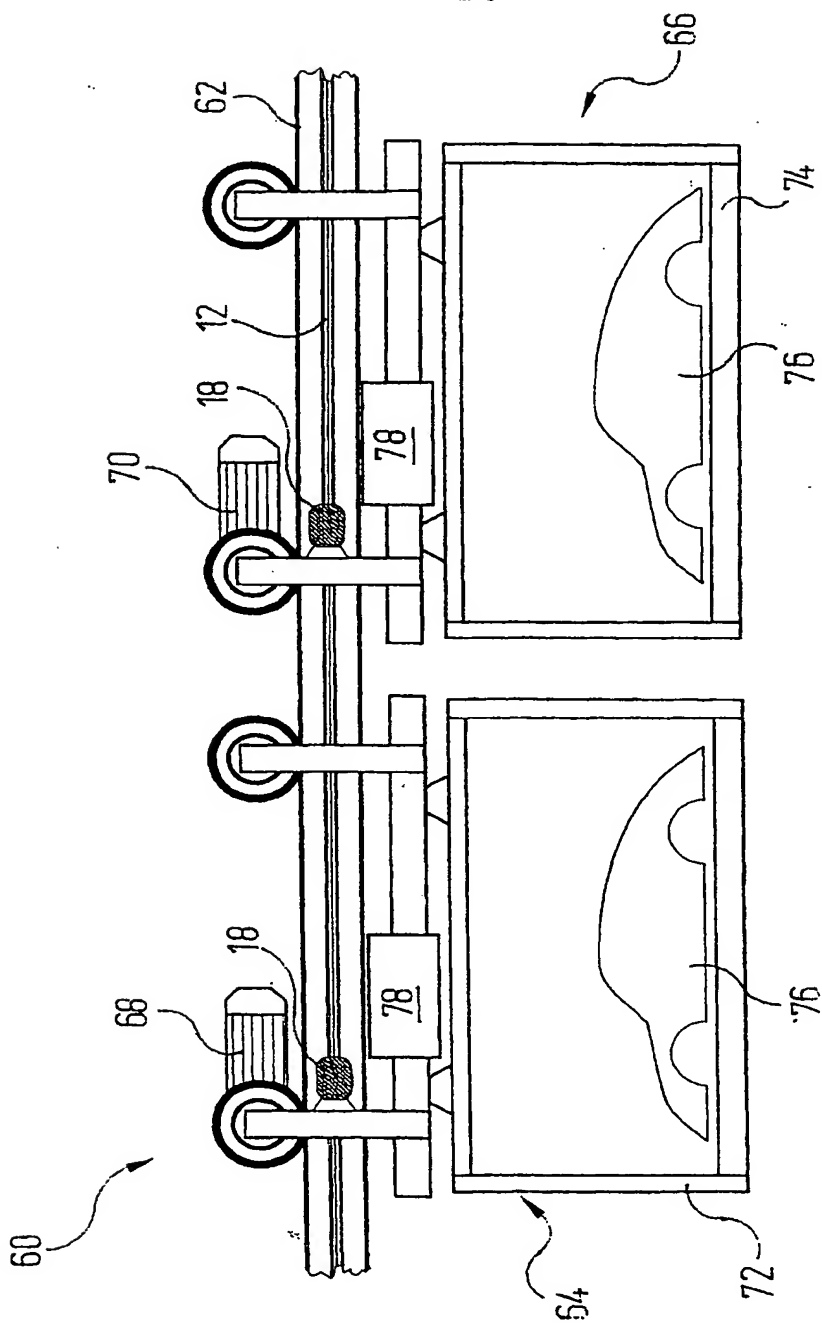


Fig. 2

Replacement Sheet (Rule 26)

3/3

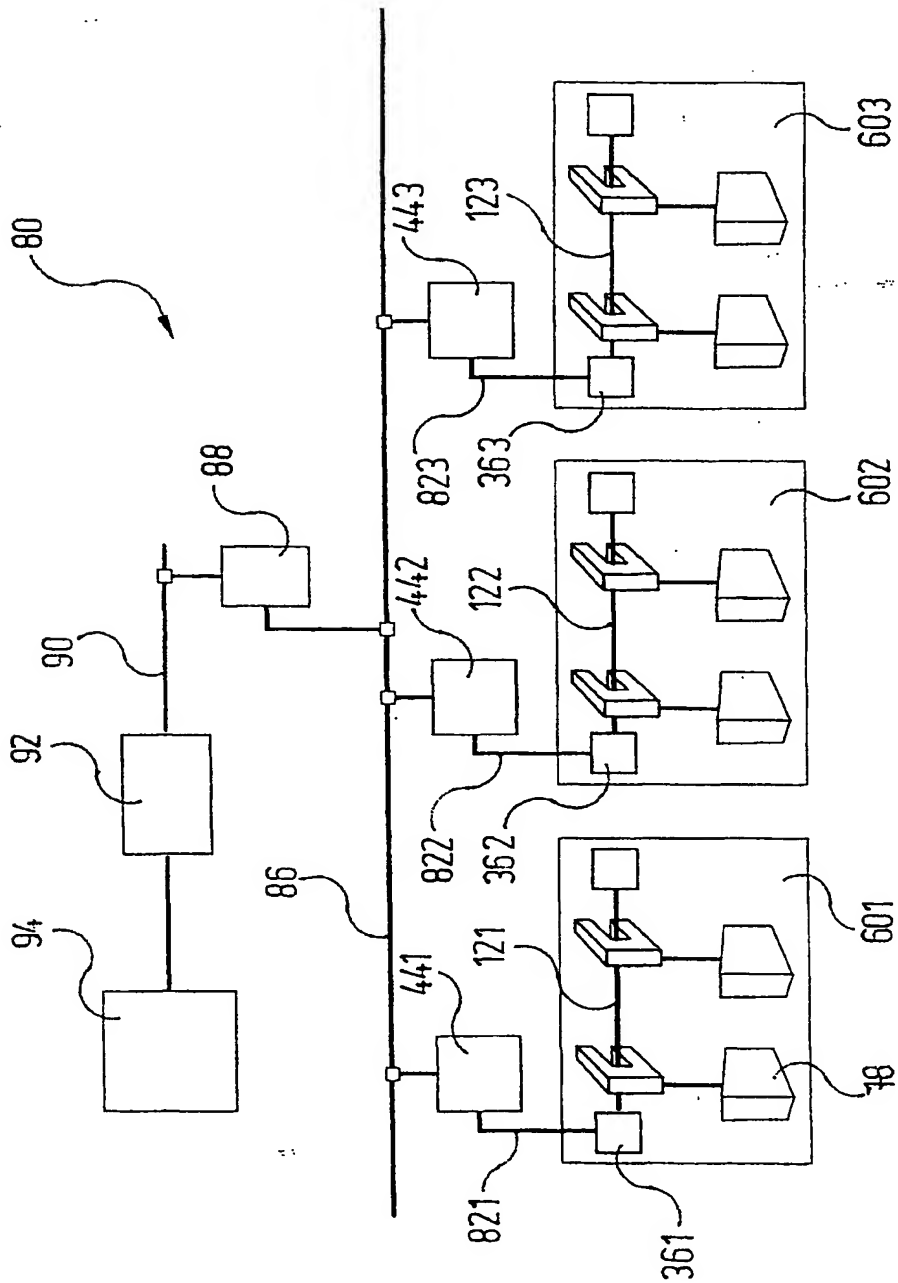


Fig. 3

Replacement Sheet (Rule 26)

Serieller Datenbus, Bewegungssystem
sowie Verfahren zur ereignisgesteuerten
Übertragung von Nachrichten

05

=====

Die Erfindung betrifft einen seriellen Datenbus mit
einer Datenleitung zur Übertragung von Bitzustände reprä-
10 sentierenden elektrischen Signalen und mit mehreren
Multi-Master-Teilnehmern, zwischen denen Nachrichten
ereignisgesteuert nach dem Broadcast-Prinzip über die
Datenleitung austauschbar sind. Die Erfindung betrifft
ferner ein Bewegungssystem mit einem ersten Teil und
15 einem zweiten Teil, das relativ zu dem ersten Teil be-
weglich angeordnet ist. Gegenstand der Erfindung ist außer-
dem ein serielles Verfahren zur ereignisgesteuerten Über-
von Nachrichten zwischen mehreren Multi-Master-Teilnehmern
Übertragung von Nachrichten zwischen mehreren Multi-Master-Teil-
20 nach dem Broadcast-Prinzip über einen Datenbus.
nehmern nach dem Broadcast-Prinzip über einen Datenbus.

Ein serieller Datenbus, ein Transportsystem sowie ein
Verfahren der genannten Art sind allgemein im Stand
25 der Technik bekannt. Ein Beispiel für einen derartigen
Datenbus ist der CAN-Bus, der insbesondere in der Automa-
tisierungstechnik und in Kraftfahrzeugen eingesetzt
wird. Der CAN-Bus ist ein kostengünstiger und dennoch
sehr leistungsfähiger Feldbus, der eine besonders hohe
30 Stör- und Ausfallsicherheit auch unter schwierigen elek-
trischen Umgebungsbedingungen aufweist. Ein CAN-Bus
zeichnet sich ferner durch eine besonders hohe Echtzeit-
fähigkeit und hohe Übertragungssicherheit aus.

35 Bei einem CAN-Bus erfolgt der Informationsaustausch

zwischen mehreren gleichberechtigten Teilnehmern, die häufig auch als Knoten bezeichnet werden, über Nachrichten (Telegramme) variabler Länge, die unterschiedliche Felder enthalten. Die Aussendung von Nachrichten durch die
05 Teilnehmer erfolgt dabei ereignisgesteuert. Dies bedeutet, daß das Aussenden einer Nachricht von jedem Teilnehmer selbst angestoßen werden kann. Diese unsynchronisierte Art der Datenübertragung steht im Gegensatz zu synchronen Bussystemen, bei denen Teilnehmer nur innerhalb von
10 ihnen zugewiesenen Zeitschlitzten Nachrichten senden dürfen. Da keiner der Teilnehmer von Haus aus Vorrang gegenüber den anderen Teilnehmern hat, gehört der CAN-Bus zu den sog. Multi-Master-Bussystemen.

15 Jede von einem Teilnehmer gesendete Nachricht wird nach dem Broadcast-Prinzip an alle übrigen Teilnehmer gesendet und von diesen empfangen. Die Nachrichten enthalten keine eigentlichen Adressierungsinformationen, sondern lediglich Identifikationsbits, die busweit eindeutig
20 vergeben sind und den Inhalt der Nachricht sowie deren Priorität kennzeichnen.

Als Datenleitung wird in einem CAN-Bus eine symmetrische oder unsymmetrische Zweidrahtleitung gewählt, wobei
25 im Störfall auch auf eine Eindrahtleitung zurückgegriffen werden kann, wenn entsprechende Schaltvorrichtungen vorgesehen sind.

CAN-Bussysteme und ähnliche Bussysteme der eingangs
30 genannten Art werden u. a. als Kommunikationsmedium für spurgebundene Transportsysteme verwendet, wie sie beispielsweise in Form von elektrisch betriebenen Hängebahnen zum Transport von Kraftfahrzeugkarosserien im Automobilbau verwendet werden. Das Bussystem hat hierbei
35 die Aufgabe, eine Steuerung der Fahrzeuge des Transport-

systems zu ermöglichen, was auch einen Informationsaustausch unmittelbar zwischen einzelnen Fahrzeugen beinhaltet. Bislang sind dabei die einzelnen Fahrzeuge über Schleifkontakte mit der Datenleitung des Bussystems verbunden.

- 05 Ein Abgriff über Schleifkontakte ist jedoch häufig aus mehreren Gründen nachteilig. Die Schleifkontakte sind zum einen verschleißanfällig und bedürfen deswegen einer intensiven Wartung. Dies schränkt die Anlagenverfügbarkeit ein; außerdem kann bei bestimmten Anwendungen der bei
10 Schleifkontakten unvermeidliche Kohleabrieb nicht toleriert werden. Außerdem können Schleifkontakte nicht in explosionsgefährdeten Umgebungen eingesetzt werden, da die Ausbildung von Lichtbögen nicht zuverlässig verhindert werden kann.

- 15 Aus diesen Gründen ist verschiedentlich - allerdings im Zusammenhang mit andersartigen Übertragungssystemen - vorgeschlagen worden, bei solchen Transportsystemen die für eine Steuerung erforderlichen Informationen berührungslos
20 an die Fahrzeuge zu übertragen.

- Aus der DE 195 12 523 A1 ist beispielsweise ein Transportsystem bekannt, bei dem ein berührungslos arbeitendes Datenübertragungssystem mit einem berührungslos arbeitenden Energieübertragungssystem kombiniert ist. Das Datenübertragungssystem weist eine als Master fungierende Feststation sowie mehrere als Slaves fungierende Mobilstationen auf, die jeweils ein HF-Modem mit HF-Sendeteil und HF-Empfangsteil umfassen. Als Datenleitung wird
25 ein geschlitztes Koaxialkabel verwendet. Umschalter erlauben einen Übergang von Sende- zu Empfangsbetrieb, wodurch ein bidirektionaler Datenaustausch möglich ist.
30

- Aus der DE 196 49 682 C2 ist ein ähnliches Datenübertragungssystem bekannt, bei dem allerdings für die Energie-
35

übertragung und für die Datenübertragung ein einziger Wellenleiter verwendet wird. Die Energieübertragung erfolgt dabei beispielsweise mit einem schmalbandigen Signal hoher Amplitude bei 100 kHz erfolgen. Zur Daten-
05 übertragung werden Frequenzbänder im MHz-Bereich verwendet. Eine Überlagerung eines hochfrequenten Datensignals mit einem niedrigfrequenten Träger zur Energieübertragung ist auch in der US 5 927 657 A beschrieben.

10 Aus der WO 98/57413 ist ein Transportsystem bekannt, bei dem als Datenleitung für eine berührungslose Datenübertragung zu den Fahrzeugen eine Anordnung aus einem elektrischen Leiter und einen diesen tragenden und davon isolierten Träger, z. B. ein Aluminiumprofil, verwendet
15 wird.

Die bislang vorgeschlagenen Konzepte für eine berührungslose Datenübertragung zu den Fahrzeugen in Transportsystemen sind jedoch sämtlich nicht zufriedenstellend,
20 da sie den hohen Anforderungen an die Stör- und Ausfallsicherheit nicht genügen, die die moderne Automatisierungstechnik stellt.

Aufgabe der Erfindung ist es deswegen, einen seriellen
25 Datenbus, ein Bewegungssystem sowie ein Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, daß eine hohe Ausfallsicherheit und Robustheit auch unter widrigen Umgebungsbedingungen erzielt wird.

30 Bei einem Datenbus der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß mindestens zwei Teilnehmer einen induktiv an die Datenleitung ankoppelbaren Sende-/Empfangskopf aufweisen, über den berührungslos elektrische Signale von der Datenleitung abgegriffen und auf diese
35 übertragen werden können, und daß mit der Datenleitung

ein Verstärker galvanisch verbunden ist, der elektrische Signale, die von den mindestens zwei Teilnehmern induktiv auf die Datenleitung übertragen worden sind, empfängt und nach deren Verstärkung wieder in die Datenleitung
05 einkoppelt.

Bezüglich des Bewegungssystems wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß auf den beiden Teilen Teilnehmer eines derartigen Datenbusses angeordnet sind.

10

Bezüglich des Verfahrens wird die Aufgabe durch folgende Schritte gelöst:

- 15 a) Berührungsloses Übertragen eines elektrischen Signals von einem Teilnehmer auf eine Datenleitung des Datenbuses über einen induktiv an die Datenleitung angekoppelten Sende-/Empfangskopf des Teilnehmers;
- 20 b) Empfang des durch die induktive Übertragung abgeschwächten elektrischen Signals durch einen galvanisch mit der Datenleitung verbundenen Verstärker;
- c) Verstärken des empfangenen Signals in dem Verstärker;
- 25 d) Einkoppeln des verstärkten Signals auf die Datenleitung;
- e) Empfang des auf die Datenleitung übertragenen verstärkten Signals durch einen induktiv an die Datenleitung angekoppelten Sende-/Empfangskopf eines anderen Teilnehmers.
30

Durch die vergleichsweise hohe Dämpfung, die elektrische Signale beim induktiven Einkoppeln zwischen dem Sende-/Empfangskopf und der Datenleitung erfahren, erreichen die
35 von einem Teilnehmer unmittelbar in die Datenleitung

eingekoppelten Signale nur einen relativ niedrigen Signalpegel. Dieser ist so niedrig, daß die übrigen Teilnehmer diese Signale nicht oder nicht zuverlässig empfangen können, da auch beim Auskoppeln aus der Leitung eine
05 entsprechende Dämpfung eintritt. Der erfindungsgemäß vorgesehene Verstärker ermöglicht durch die erneute Aussendung der Signale mit erhöhtem Signalpegel eine Anhebung des Signal-Rausch-Abstands, wodurch die Fehlerwahrscheinlichkeit bei der Datenübertragung erheblich
10 verringert wird. Dies wirkt sich auch dann positiv aus, wenn der Datenbus über eine Fehlererkennung, z. B. einem Cyclic Redundancy Check (CRC), verfügt, da auf diese Weise die Zahl der erforderlichen Neuübertragungen von Nachrichten verringert wird, wodurch die Echtzeitfähigkeit des
15 Datenbusses erhöht wird. Außerdem ist eine Verstärkung der Signale auch zweckmäßig im Hinblick auf eine Anbindung des Datenbusses an andere Kommunikationseinrichtungen, z. B. einen übergeordneten Zentralrechner.

20 Aufgrund der berührungslosen Ankopplung der mindestens zwei Teilnehmer an die Datenleitung eignet sich der erfindungsgemäße Datenbus besonders für explosionsgefährdete Umgebungen, da es im Gegensatz zu Schleifkontakten nicht zur Funkenbildung kommen kann. Der serielle
25 Datenbus läßt sich außerdem vorteilhaft in Reinraum-Umgebungen einsetzen, da durch die induktive Ankopplung kein Abrieb entsteht, wie dies bei Schleifkontakten der Fall ist. Andererseits kann der erfindungsgemäße Datenbus auch in besonders verschmutzter
30 Umgebung die Zuverlässigkeit der Datenübertragung verbessern, da auf der Datenleitung sich absetzender Schmutz die induktive Ankopplung der Teilnehmer nicht nennenswert beeinträchtigt. Bei der Verwendung von Schleifkontakten hingegen kann sich im Kontaktbereich niederlassen-
35 der Schmutz die elektrische Verbindung empfindlich stö-

ren.

Der erfindungsgemäße Datenbus kann vorteilhaft auch mit lediglich einem induktiv an die Datenleitung angekoppelten Teilnehmer betrieben werde. Eine Einkopplung der von dem Verstärker verstärkten Signale in die Datenleitung ist dann überflüssig und kann entfallen. Der Datenbus kann aber dennoch einen derartigen Verstärker aufweisen, so daß der Datenbus mit den gleichen Systemkomponenten mit einem oder auch mit mehreren induktiv angekoppelten Teilnehmern betrieben werden kann.

Eine Verwendung mit lediglich einem induktiv angekoppelten Teilnehmer kommt insbesondere bei Bewegungssystemen, wie beispielsweise Gebäudeaufzügen in Betracht, bei denen sich nur ein Teil bewegt, während die übrigen Teile, die über die Datenleitung miteinander und mit dem beweglichen Teil kommunizieren, ortsfest sind. Bei einem Gebäudeaufzug stellt der bewegliche Teilnehmer beispielsweise eine in der Aufzugskabine angeordnete Steuerung dar, während die ortsfesten Teilnehmer an den Stockwerken angeordnet sind.

Das Vorsehen lediglich eines induktiv angekoppelten Teilnehmers kann auch bei Maschinen in Betracht kommen, bei denen an einem bewegten Maschinenteil lediglich ein einziger Aktuator oder Sensor Nachrichten mit einer Zentralsteuerung austauschen soll.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Datenbusses besteht darin, daß er sich überwiegend mit bereits auf dem Markt erhältlichen und preisgünstigen Standardkomponenten aufbauen läßt. Lediglich der Verstärker sowie die Sende-/Empfangsköpfe der Teilnehmer sowie ggf. die Datenleitung treten als neue Komponenten hinzu. Die zur Regene-

rierung und Auswertung von Nachrichten erforderlichen Bausteine können hingegen gegebenenfalls ohne weitere Modifikationen übernommen werden. Falls die Nachrichten dem CAN-Standard (ISO 11898) genügen, so kommt insbesondere
05 der Einsatz der für CAN-Bussysteme standardisierten Komponenten in Betracht.

Auch wenn die Nachrichten nicht dem im CAN-Standard festgelegten Nachrichtenformat entsprechen, so können
10 sie bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung Prioritätsbits enthalten, durch deren Empfang ein Teilnehmer im Fall eines gleichzeitigen Sendens von Nachrichten durch mehrere Teilnehmer im Wege eines Vergleichs mit von ihm selbst gesendeten Prioritätsbits ermitteln
15 kann, ob er die Priorität zum Senden von Datenbits besitzt. Auf diese Weise ist gewährleistet, daß dann, wenn eine eindeutige Prioritätsabfolge besteht, stets einer der Teilnehmer die Datenleitung zur Aussendung von Nachrichten verwenden kann. Gegenseitige Blockierungen mehrerer
20 Teilnehmer, wie sie teilweise in anderen Bussystemen auftreten können, lassen sich auf diese Weise vermeiden.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Ausgestaltung besitzt ein Teilnehmer nicht die Priorität zum Senden
25 von Datenbits, wenn er ein Signal empfängt, das einen dominanten logischen Bitzustand repräsentiert und er annähernd gleichzeitig ein Signal sendet, das einen rezessiven logischen Bitzustand repräsentiert. Durch diese zerstörungsfreie bitweise Arbitrierung wird erreicht,
30 daß im Fall eines gleichzeitigen Sendens von Nachrichten die Teilnehmer nach und nach das Senden von Signalen abbrechen, und zwar in der umgekehrten Reihenfolge der Priorität der ausgesendeten Nachrichten.

35 Bei dem erfindungsgemäßen Datenbus kann das den dominanten

Bitzustand repräsentierende Signal ein Stromimpuls und das rezessiven Bitzustand repräsentierende Signal das Fehlen eines Stromimpulses sein. In Betracht kommen aber auch andere Signalformen, z. B. Impulsfolgen unterschiedlicher Frequenz. Maßgeblich ist hierbei lediglich, daß eine Überlagerung eines den dominanten Bitzustand repräsentierenden Signals mit einem den rezessiven Bitzustand repräsentierenden Signals zu einem Summensignal führt, das nicht mit dem rezessiven Ausgangssignal identisch ist. Nur dann nämlich können die Teilnehmer erkennen, ob ein anderer Teilnehmer ein den dominanten Bitzustand repräsentierendes Signal gesendet hat, während er selbst nur ein den rezessiven Bitzustand repräsentierendes Signal ausgesendet hat. Es versteht sich, daß mit einem Stromimpuls in einem ohmschen Leiter auch ein Spannungsimpuls einhergeht, so daß die Signale durch Spannungsschwankungen beschrieben werden können.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung umfaßt der Sende-/Empfangskopf

- a) eine Sendespule,
- b) eine Empfangsspule, die mit der Sendespule zu einer Sende-/Empfangsspule zusammengefaßt sein kann,
- c) ein Sendemodul, durch das aus digitalen Informationen elektrische Signale erzeugbar sind, mit denen die Sendespule beaufschlagbar ist,
- d) ein Empfangsmodul, durch das digitale Informationen aus elektrischen Signalen erzeugbar sind, die von der Empfangsspule abgreifbar sind, und
- e) eine mit dem Sendemodul und dem Empfangsmodul verbun-

dene Logikeinheit zum Zusammenstellen und Auswerten von Nachrichten aus von dem Empfangsmodul erhaltenen digitalen Informationen und zum Erzeugen von digitalen Informationen für das Sendemodul.

05

Die Logikeinheit kann ferner die Aufgabe haben, die Priorität von Nachrichten zu ermitteln, falls die Nachrichten die oben angesprochenen Prioritätsbits enthalten. Falls die Nachrichten das im CAN-Standard festgelegte
10 Format aufweisen, so kann die Logikeinheit preisgünstige Standardkomponenten enthalten.

Aus Gründen der Übertragungssicherheit sollte verhindert werden, daß ein von dem Verstärker verstärktes Signal ein
15 Signal überlagert, das zu einem späteren Zeitpunkt von einem der Teilnehmer in die Datenleitung eingekoppelt worden ist. Sichergestellt werden kann dies beispielsweise dadurch, daß der Verstärker nach einem Empfang eines Signals von einem der mindestens zwei Teilnehmer das
20 verstärkte Signal innerhalb von 50 %, vorzugsweise von 25 %, der Taktlänge auf die Datenleitung überträgt, die mindestens zwischen zwei von einem der mindestens zwei Teilnehmer auf die Datenleitung übertragenen Signalen liegt.

25

Die erfindungsgemäße induktive Ankopplung der Teilnehmer an die Datenleitung erlaubt es, die Teilnehmer räumlich flexibel entlang der Datenleitung zu positionieren. Da bei der induktiven Ankopplung keine Funken entstehen
30 können, kann der Datenbus auch in explosionsgefährdeten Umgebungen eingesetzt werden. Der erfindungsgemäße Datenbus allerdings kann so ausgelegt sein, daß einzelne Teilnehmer nicht induktiv, sondern auf herkömmlichem Weg an die Datenleitung angekoppelt sind.

35

Besonders bevorzugt ist es allerdings, wenn mindestens ein Teilnehmer entlang der Datenleitung verfahrbar angeordnet ist. Auf diese Weise werden die Vorteile einer berührungslosen induktiven Ankopplung besonders deutlich.

05 Bei dem Teilnehmer kann es sich beispielsweise um einen Sensor handeln, der in unterschiedlichen Positionen Meßwerte aufnehmen soll.

Handelt es sich bei dem Teilnehmer hingegen um ein spurgebundenes Fahrzeug, so entsteht ein erfindungsgemäßes Transportsystem, das beispielsweise als Hängebahnsystem zum Transport von Gegenständen, insbesondere von Kraftfahrzeugkarosserien, ausgeführt sein kann.

10 In einem solchen Transportsystem kann mindestens ein Fahrzeug eine Fahrzeugsteuerung umfassen, die mit dem Sende-/Empfangskopf verbunden ist. Auf diese Weise kann der Datenbus zur Steuerung der Fahrzeuge verwendet werden.

15 Der erfindungsgemäße Datenbus erlaubt einen Datenaustausch unmittelbar zwischen den Fahrzeugen über die Datenleitung. Auf diese Weise können zwischen den Fahrzeugen beispielsweise Orts- und Abstandsinformationen übertragen werden, so daß sich die Fahrzeuge im wesentlichen selbst entlang

20 der Spur steuern können. Im allgemeinen wird es aber dennoch erforderlich sein, eine Steuerungseinheit zur Steuerung der Fahrzeuge vorzusehen, die die von den Fahrzeugen einzuschlagenden Wege und deren Haltepositionen vorgibt. Eine solche Steuerungseinheit kann z. B. einer

25 der Teilnehmer des Datenbusses sein.

30

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist jedoch die Steuerungseinheit zur Steuerung der Fahrzeuge entlang des Datenbusses mit dem Verstärker verbunden,

35 z. B. über einen CAN-Bus. Dies hat den Vorteil, daß auf

allen Steuerungsebenen die gleiche Kommunikationsstruktur eingesetzt werden kann.

Vorzugsweise ist das Transportsystem in mehrere Segmente
05 unterteilt, die jeweils einen Datenbus mit einer Steuerungseinheit umfassen, wobei die Steuereinheiten für die einzelnen Segmente mit einer übergeordneten Zentralsteuerung verbunden sind. Da die Länge der realisierbaren Datenleitungen begrenzt ist, lassen sich durch einen
10 solchen segmentartigen Aufbau praktisch beliebig große Transportnetze auf der Grundlage des erfindungsgemäßen Datenbusses realisieren. Die für die Fahrzeuge vorgesehene Spur kann sich dabei über mehrere Segmente hinweg erstrecken, so daß Fahrzeuge Segmentgrenzen überfahren können.
15 Mit Hilfe der übergeordneten Zentralsteuerung können die Fahrzeuge somit durch das gesamte Streckennetz hindurch navigiert werden.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben
20 sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. Darin zeigen:

- Figur 1 eine Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen
Datenbusses;
25
Figur 2 einen Ausschnitt aus einem Hängesbahnsystem in einer schematischen Seitenansicht,
Figur 3 ein Netzwerk zur Steuerung eines Transportsystems
30 unter Verwendung der in Figur 1 dargestellten Datenbusse.

In Figur 1 ist ein Datenbus schematisch dargestellt und insgesamt mit 10 bezeichnet. Der Datenbus 10 umfaßt eine
35 Datenleitung 12, die als symmetrische Zweidrahtleitung

ausgebildet ist, deren Drähte durch Brücken oder Stege auf Abstand gehalten werden. Zu dem Datenbus 10 gehören außerdem zwei Teilnehmer 14 und 16, die identisch aufgebaut sind. Im folgenden wird deswegen lediglich der Aufbau des
05 Teilnehmers 14 näher erläutert.

Der Teilnehmer 14 weist einen Sende-/Empfangskopf 18 auf, der eine insgesamt U-förmige Form hat. In dem Sende-/Empfangskopf 18 sind eine Logikeinheit 20, ein Empfangs-
10 modul 22, ein Sendemodul 24, eine Empfangsspule 34 und eine Sendespule 30 angeordnet.

Die Logikeinheit 20 ist über einen CAN-Bus 26 mit einer Systemkomponente 28 des Teilnehmers 14 verbunden, bei
15 der es sich beispielsweise um eine Fahrzeugsteuerung handeln kann, wie dies weiter unten mit Bezug auf die Figuren 2 und 3 näher erläutert wird. Als Systemkomponente 28 kommen jedoch auch Sensoren oder sonstige Meßeinheiten, Aktoren oder Steuergeräte für unterschiedliche Zwecke
20 in Betracht. Die Logikeinheit 20 hat die Aufgabe, die über den CAN-Bus 26 erhaltenen Nachrichten zwischenspeichern und so aufzubereiten, daß sie über die Datenleitung 12 übertragen werden können.

25 Zu diesem Zweck ist die Logikeinheit 20 mit dem Sendemodul 24 verbunden, das aus von der Logikeinheit 20 bereitgestellten Nachrichten nach dem CAN-Format elektrische Signale erzeugt, mit denen die Sendespule 30 beaufschlagbar ist, die in einem der Schenkel des U-förmigen Sende-/
30 Empfangskopfs 18 angeordnet ist. Ein Bit mit dem logischen Pegel 1 wird durch das Sendemodul 24 in einen Stromimpuls umgewandelt, während ein der logischen Null entsprechendes Bit dem Fehlen eines Stromimpulses entspricht. Ein von dem Sendemodul 24 erzeugtes Sendesignal ist in der Figur
35 1 rechts neben dem Sende-/Empfangskopf 18 beispielhaft

angedeutet und mit 32 bezeichnet.

Das Empfangsmodul 22 ist mit der Empfangsspule 34 verbunden und hat die Aufgabe, über die Empfangsspule 34 von der
05 Datenleitung 12 aufgenommene elektrische Signale in digitale Informationen umzuwandeln, die von der Logikeinheit 20 weiter aufbereitet werden können.

Bestandteil des Datenbusses 10 ist ferner ein insgesamt
10 mit 36 bezeichneter Verstärker, der galvanisch mit der Datenleitung 12 verbunden ist. In dem Verstärker 36 befindet sich ein Eingangsverstärker 38, der über die Datenleitung 12 übertragene elektrische Signale verstärkt und einem Logikmodul 40 zuführt. Das Logikmodul 40 hat
15 u. a. die Aufgabe zu überprüfen, ob es sich bei den empfangenen und von dem Eingangsverstärker 38 verstärkten Signalen tatsächlich um Signale handelt, die von einem der Teilnehmer 14 oder 16 erzeugt worden sind. Nur solche Signale, die nicht als Störsignale erkannt werden, werden
20 durch das Logikmodul 40 dem Ausgangsverstärker 42 zugeführt und wieder auf die Datenleitung 12 gegeben. Ggf. kann in dem Logikmodul 40 auch eine Signalregenerierung stattfinden.

25 In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Verstärker 36 über einen CAN-Bus mit einer Steuerungseinheit 44 verbunden, die der Steuerung der Systemkomponenten 28 in den Teilnehmern 14, 16 dient.

30 Der vorstehend beschriebene Datenbus 10 funktioniert wie folgt:

Gibt eine Systemkomponente 28 des Teilnehmers 14 den Anstoß, eine Nachricht an den Teilnehmer 16 zu übermitteln,
35 so wird die betreffende Nachricht über den CAN-Bus 26

des Teilnehmers 14 an die Logikeinheit 20 übermittelt.
Diese erstellt daraus eine dem CAN-Standard entsprechende
Nachricht, die das Sendemodul 24 in ein Sendesignal 32
übersetzt und damit die Sendespule 30 beaufschlagt.

05

Die Datenleitung 12 verläuft so zwischen den Schenkeln
des Sende-/Empfangskopfs 18, daß sich die Sendespule
30 in unmittelbarer Nähe der Datenleitung 12 befindet.
Die durch das Sendesignal 32 erregte Sendespule 30 erzeugt
10 induktiv in der Datenleitung 12 einen Stromfluß, wodurch
das Sendesignal 32 in die Datenleitung 12 eingekoppelt
wird. Aufgrund der nicht unbeträchtlichen Einkoppeldämpfung
weist das eingekoppelte Sendesignal jedoch nur noch
eine vergleichsweise geringe Signalstärke auf, wie dies
15 in der Figur 1 mit 48 angedeutet ist. Das eingekoppelte
gedämpfte Signal 48 wird über die Datenleitung 12 an
den Verstärker 36 übertragen. Dieser überprüft nach
Vorverstärkung durch den Eingangsverstärker 38, ob das
gedämpfte Signal 48 nicht lediglich eine Störung darstellt.
20 Falls dies nicht der Fall ist, wird das Signal 48 in
dem Ausgangsverstärker 42 erneut verstärkt und wieder
auf die Datenleitung 12 gegeben. Die Taktlänge des gedämpf-
ten Signals 48, die bei dem dargestellten Ausführungsbei-
spiel 20 μ s beträgt, wird durch die Verstärkung in dem
25 Verstärker 36 nicht verändert. Falls die einzelnen Impulse
durch die Einkopplung auf den Datenleiter 12 zeitlich
gedehnt werden, sorgt die Logikeinheit 40 dafür, daß
die ursprüngliche Pulslänge, die z. B. 700 ns betragen
kann, bei der Verstärkung erhalten bleibt.

30

Das verstärkte Sendesignal, das in der Figur 1 mit 50
bezeichnet ist, induziert in den Empfangsspulen 34 der
Sende-/ Empfangsköpfe 18 der Teilnehmer 14, 16 ein Empfangs-
signal, das aufgrund der induktiven Ankopplung ebenfalls
35 vergleichsweise stark gedämpft ist. In der Figur 1 ist

dieses Empfangssignal mit 56 angedeutet. In dem Empfangsmodul 22 der Sende-/Empfangsköpfe 18 wird das Empfangssignal 56 verstärkt und in digitale Informationen umgewandelt, aus denen die Nachrichten wieder zusammengesetzt werden.

In einem Graphen 58 sind das Sendesignal 32, das gedämpfte Sendesignal 48, das verstärkte Sendesignal 50 sowie das Empfangssignal 56 über der Zeitachse schematisch wiedergegeben. Darin ist erkennbar, daß die Teilnehmer 14, 16 ein gesendetes Signal empfangen können, bevor ein neues Signal in die Datenleitung 12 eingekoppelt wird. Die Verzögerung, mit der der Verstärker 36 ein empfangenes Signal verstärkt wieder auf die Datenleitung 12 gibt, beträgt in dem dargestellten Ausführungsbeispiel lediglich etwa 1 bis 2 μ s und damit etwa ein Viertel der Taktlänge (Bitlänge), die zwischen der Aussendung von Impulsen vergeht.

Die Zusammenstellung der Nachrichten in den Logikeinheiten 20 entspricht bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel, wie bereits erwähnt, dem CAN-Standard. Dies bedeutet, daß jede Nachricht mehrere Prioritätsbits enthält, durch die im Fall eines gleichzeitigen Sendens von Nachrichten durch mehrere Teilnehmer diese im Wege einer Arbitrierung ermitteln können, welche Nachricht die höchste Priorität hat und deswegen vollständig gesendet werden darf. Das Aussenden von Nachrichten mit niedrigerer Priorität wird abgebrochen, sobald die Logikeinheit 20 eines Teilnehmers 14, 16 feststellt, daß die von ihr gesendete Nachricht eine niedrigere Priorität aufweist. Die dominanten Bits, durch die eine höhere Priorität gekennzeichnet wird, werden dabei durch Stromimpulse wiedergegeben, während rezessive Bits dem Ausbleiben eines Stromimpulses entsprechen.

Aufgrund der induktiven Ankopplung der Sende-/Empfangsköpfe 18 können die Teilnehmer 14, 16 entlang der Datenleitung 12 verfahren werden. Es muß dabei lediglich
05 sichergestellt bleiben, daß die Datenleitung 12 zwischen den Schenkeln der Sende-/Empfangsköpfe 18 verläuft, so daß eine induktive Ankopplung über die Empfangsspulen 34 und Sendespulen 30 erhalten bleibt. Der Sende-/Empfangskopf 18 kann bei bodengeführten Transportsystemen auch
10 flach sein und wird dann in direktem Abstand über die Datenleitung 12 geführt.

Die Verfahrbarkeit der Sende-/Empfangsköpfe 18 entlang der Datenleitung 12 erlaubt es, den Datenbus als Kommunikationsmedium in Transportsystemen einzusetzen. Ein
15 Beispiel für ein solches Transportsystem sind Hängebahnen, wie sie in der Fertigungstechnik zum Transport von Gegenständen, z. B. von Kraftfahrzeugkarosserien, eingesetzt werden. Die Figur 2 zeigt einen Ausschnitt aus einer
20 derartigen Hängebahn in einer schematischen Seitenansicht. Die insgesamt mit 60 bezeichnete Hängebahn umfaßt eine Schiene 62, auf der Fahrzeuge 64, 66 angehängt sind. Die Fahrzeuge 64, 66 sind mit elektrischen Antrieben 68 bzw. 70 versehen und weisen jeweils ein Traggerüst 72,
25 74 auf, das zur Aufnahme von Fahrzeugkarosserien 76 ausgelegt sind.

An der Schiene 62 ist die Datenleitung 12 des Datenbusses 10 befestigt. Ferner weist jedes der Fahrzeuge 64, 66
30 einen Sende-/Empfangskopf 18 auf, der die Datenleitung 12 umgreift und mit einer Fahrzeugsteuerung 78 verbunden ist.

Die Figur 3 zeigt das gesamte Netzwerk 80, das zum Informationsaustausch in dem Hängebahnsystem 60 vorgesehen
35

ist. Das Netzwerk 80 ist auf der untersten Netzwerkebene in mehrere Segmente 601, 602, 603 unterteilt, die jeweils den in der Figur 1 gezeigten Aufbau haben. Die Datenleitungen 121, 122, 123 der Segmente 601, 602, 603 sind dabei
05 jeweils an den Schienen 62 des Hängebahnsystems 60 angeordnet. Steuerungseinheiten 441, 442, 443 für die Segmente 601, 602, 603 sind jeweils über einen CAN-Bus 821, 822, 823 mit Verstärkern 361, 362, 363 verbunden, und außerdem
10 über einen weiteren CAN-Bus 86, einen Umsetzer 88 und einen Ethernet-Bus 90 mit einer Steuerungslogik 92 verbunden, die ihrerseits Informationen mit einer Zentralsteuerung 94 der gesamten Fertigungsanlage austauscht.

Innerhalb der einzelnen Segmente 601, 602, 603 können
15 sich die einzelnen Fahrzeuge, von denen in der Figur 3 lediglich die Fahrzeugsteuerung 78 angedeutet ist, frei entlang der Schienen 62 bewegen. Die Datenleitungen 121, 122, 123 können dabei auch so in den Schienen verlegt sein, daß sie annähernd bündig aneinander anstoßen, wodurch
20 ein Übergang der Fahrzeuge 64, 66 von einem Segment in ein benachbartes Segment ermöglicht wird. Über das Netzwerk 80 können somit sämtliche Fahrzeuge 64, 66 zentral gesteuert werden. Darüber hinaus ist auch ein Austausch von Informationen unmittelbar zwischen den Fahrzeugen
25 64, 66 über das Netzwerk 80 möglich. Während Fahrzeuge innerhalb eines Segments 601, 602, 603 unmittelbar miteinander über die Datenleitungen 121, 122, 123 kommunizieren können, ist bei dem segmentüberschreitenden Datenaustausch die Einbeziehung der übergeordneten Segment-
30 steuerungen 841, 842, 843 erforderlich.

Patentansprüche

=====

05

1. Serieller Datenbus mit einer Datenleitung (12) zur
Übertragung von Bitzustände repräsentierenden elek-
trischen Signalen (48, 50) und mit mehreren Multi-Master-
Teilnehmern (14, 16), zwischen denen Nachrichten ereignis-
10 gesteuert nach dem Broadcast-Prinzip über die Datenleitung
(12) austauschbar sind,

dadurch gekennzeichnet, daß

15 mindestens zwei Teilnehmer (14, 16) einen induktiv an
die Datenleitung (12) ankoppelbaren Sende-/Empfangskopf
(18) aufweisen, über den berührungslos elektrische Signale
(50) von der Datenleitung abgegriffen und auf diese
übertragen werden können, und daß mit der Datenleitung
20 (12) ein Verstärker (36) galvanisch verbunden ist, der
elektrische Signale (48), die von den mindestens zwei
Teilnehmern (14, 16) induktiv auf die Datenleitung (12)
übertragen worden sind, empfängt und nach deren Verstär-
kung wieder in die Datenleitung (12) einkoppelt.

25

2. Datenbus nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die Nachrichten Prioritätsbits enthalten, durch
deren Empfang ein Teilnehmer (14, 16) im Fall eines
gleichzeitigen Sendens von Nachrichten durch mehrere
30 Teilnehmer (14, 16) im Wege eines Vergleichs mit von
ihm selbst gesendeten Prioritätsbits ermitteln kann,
ob er die Priorität zum Senden von Datenbits besitzt.

3. Datenbus nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
35 daß ein Teilnehmer (14, 16) nicht die Priorität

zum Senden von Datenbits besitzt, wenn er ein Signal empfängt, das einen dominanten logischen Bitzustand repräsentiert, und er annähernd gleichzeitig ein Signal sendet, das einen rezessiven logischen Bitzustand repräsentiert.

4. Datenbus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das den dominanten Bitzustand repräsentierende Signal ein Stromimpuls und das den rezessiven Bitzustand repräsentierende Signal das Fehlen eines Stromimpulses ist.

5. Datenbus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sende-/Empfangskopf (18) umfaßt:

- a) eine Sendespule (30),
- b) eine Empfangsspule (34),
- c) ein Sendemodul (24), durch das aus digitalen Informationen elektrische Signale (32) erzeugbar sind, mit denen die Sendespule (30) beaufschlagbar ist,
- d) ein Empfangsmodul (22), durch das digitale Informationen aus elektrischen Signalen (50) erzeugbar sind, die von der Empfangsspule (34) abgreifbar sind, und
- e) eine mit dem Sendemodul (24) und dem Empfangsmodul (22) verbundene Logikeinheit (20) zum Zusammenstellen und Auswerten von Nachrichten aus von dem Empfangsmodul (22) erhaltenen digitalen Informationen und zum Erzeugen von digitalen Informationen für das Sendemodul (24).

6. Datenbus nach einem der Ansprüche 2 oder 3 und nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Logikeinheit (20) die Priorität von Nachrichten ermittelbar ist.

05

7. Datenbus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch den Verstärker (36) nach einem Empfang eines Signals (48) von einem der mindestens zwei Teilnehmer (14, 16) das verstärkte Signal (50) innerhalb von 50 %, vorzugsweise innerhalb von 25 %, der Taktlänge auf die Datenleitung (12) übertragbar ist, die mindestens zwischen zwei von einem der mindestens zwei Teilnehmer (14, 16) auf die Datenleitung (12) übertragenen Signalen liegt.

15

8. Datenbus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Nachrichten das in dem CAN-Standard festgelegte Format aufweisen.

20 9. Datenbus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teilnehmer (14, 16) entlang der Datenleitung (12) verfahrbar angeordnet ist.

25 10. Bewegungssystem mit einem ersten Teil und einen zweiten Teil, das relativ zu dem ersten Teil beweglich angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß auf den beiden Teilen Teilnehmer eines Datenbusses nach Anspruch 9 ortsfest angeordnet sind.

30

11. Bewegungssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß es als spurgebundenes Transportsystem mit einer Spur (62) und mehreren entlang der Spur (62) verfahrbaren Fahrzeugen (64, 66), ausgeführt ist, wobei
35 das Transportsystem (60) zur Kommunikation zwischen den

Fahrzeugen (64, 66) einen Datenbus (10) nach Anspruch 9 umfaßt, dessen Datenleitung (12) entlang der Spur (62) des Transportsystems (60) angeordnet ist und dessen Teilnehmer die Fahrzeuge (64, 66) sind.

05

12. Bewegungssystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Fahrzeug eine Fahrzeugsteuerung (78) umfaßt, die mit dem Sende-/Empfangskopf (18) verbunden ist.

10

13. Bewegungssystem nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärker (36) mit einer Steuerungseinheit (44; 441, 442, 443) zur Steuerung der Fahrzeuge (64, 66) entlang des Datenbusses (10) verbunden ist.

15

14. Bewegungssystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärker (36; 361, 362, 363) mit der Steuerungseinheit (44, 441, 442, 443) über einen CAN-Bus (821, 822, 823) verbunden ist.

20

15. Bewegungssystem nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß es in mehrere Segmente (601, 602, 603) unterteilt ist, die jeweils einen Datenbus (10) mit einer Steuerungseinheit (441, 442, 443) umfassen, und daß die Steuerungseinheit (441, 442, 443) für die einzelnen Segmente mit einer übergeordneten Zentralsteuerung (94) verbunden ist.

25

16. Bewegungssystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Spur (62) für die Fahrzeuge (64, 66) derart über mehrere Segmente (601, 602, 603) hinweg erstreckt, daß Fahrzeuge (64, 66) Segmentgrenzen überfahren können.

30

35

17. Bewegungssystem nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß es als Hängebahnsystem (60) zum Transport von Gegenständen, insbesondere von Kraftfahrzeugkarosserien (60), ausgeführt ist.

05

18. Seriellles Verfahren zur ereignisgesteuerten Übertragung von Nachrichten zwischen mehreren Multi-Master-Teilnehmern (14, 16) nach dem Broadcast-Prinzip über einen Datenbus (10), gekennzeichnet durch folgende Schritte:

10

a) Berührungsloses Übertragen eines elektrischen Signals (52) von einem Teilnehmer (14) auf eine Datenleitung (12) des Datenbusses (10) über einen induktiv an die Datenleitung (12) angekoppelten Sende-/Empfangskopf (18) des Teilnehmers (14);

15

b) Empfang des durch die induktive Übertragung abgeschwächten elektrischen Signals (48) durch einen galvanisch mit der Datenleitung (12) verbundenen Verstärker (36);

20

c) Verstärken des empfangenen Signals (48) in dem Verstärker (36);

25

d) Einkoppeln des verstärkten Signals (50) auf die Datenleitung (12);

e) Empfang des auf die Datenleitung (12) übertragenen verstärkten Signals (50) durch einen induktiv an die Datenleitung (12) angekoppelten Sende-/Empfangskopf (18) eines anderen Teilnehmers (16).

30

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn ein Teilnehmer (14, 16) gleichzeitig eine Nachricht sendet und eine Nachricht empfängt, er

35

im Wege eines Vergleichs von empfangenen Prioritätsbits und selbst gesendeten Prioritätsbits ermittelt, ob er die Priorität zum Senden von Datenbits besitzt.

05 20. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet,
daß ein Teilnehmer nicht die Priorität zum Senden
von Datenbits besitzt, wenn er ein Signal empfängt,
das einen dominanten logischen Bitzustand repräsentiert,
und er annähernd gleichzeitig ein Signal sendet, das
10 einen rezessiven logischen Bitzustand repräsentiert.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet,
daß das den dominanten Bitzustand repräsentierende
Signal ein Stromimpuls und das den rezessiven Bitzu-
15 stand repräsentierende Signal das Fehlen eines Strom-
impulses ist.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch
gekennzeichnet, daß die Nachrichten das in dem CAN-
20 Standard festgelegte Format aufweisen.

Zusammenfassung

=====

05

Ein serieller Datenbus (10) mit einer Datenleitung (12) zum Übertragen von Bitzustände repräsentierenden elektrischen Signalen umfaßt mehrere Multi-Master-Teilnehmer (14, 16), zwischen denen Nachrichten ereignisgesteuert nach dem Broadcast-Prinzip über die Datenleitung (12) austauschbar sind. Mindestens zwei Teilnehmer (14, 16) weisen einen induktiv an die Datenleitung (12) ankoppelbaren Sende-/Empfangskopf (18) auf, über den berührungslos elektrische Signale (50) von der Datenleitung abgegriffen und auf diese übertragen werden können. Ein Verstärker (36) ist galvanisch mit der Datenleitung (12) verbunden und dazu vorgesehen, elektrische Signale (48), die von den mindestens zwei Teilnehmern (14, 16) induktiv auf die Datenleitung (12) übertragen worden sind, zu empfangen und nach deren Verstärkung wieder auf die Datenleitung (12) zu geben. Der Datenbus ist aufgrund der induktiven Ankopplung besonders wartungsarm und auch für explosionsgefährdete Umgebungen geeignet. Die berührungslose Ankopplung macht den Datenbus (10) ferner besonders geeignet für die Verwendung in Transportsystemen in der Fertigungstechnik und ganz allgemein bei Systemen mit zueinander beweglichen Teilen, zwischen denen ein Datenaustausch stattfinden soll.

30

(Figur 1)

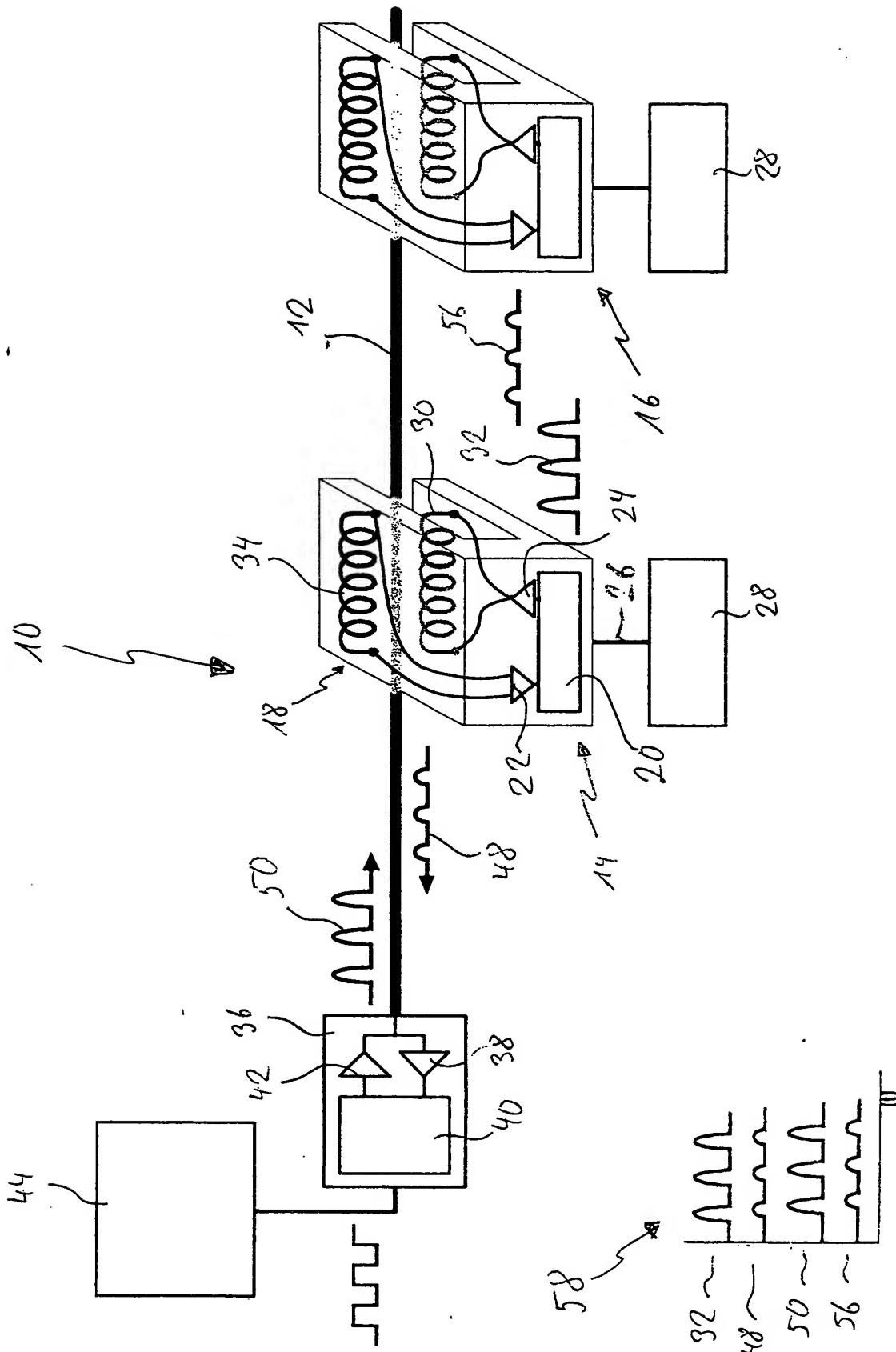


Fig. 1

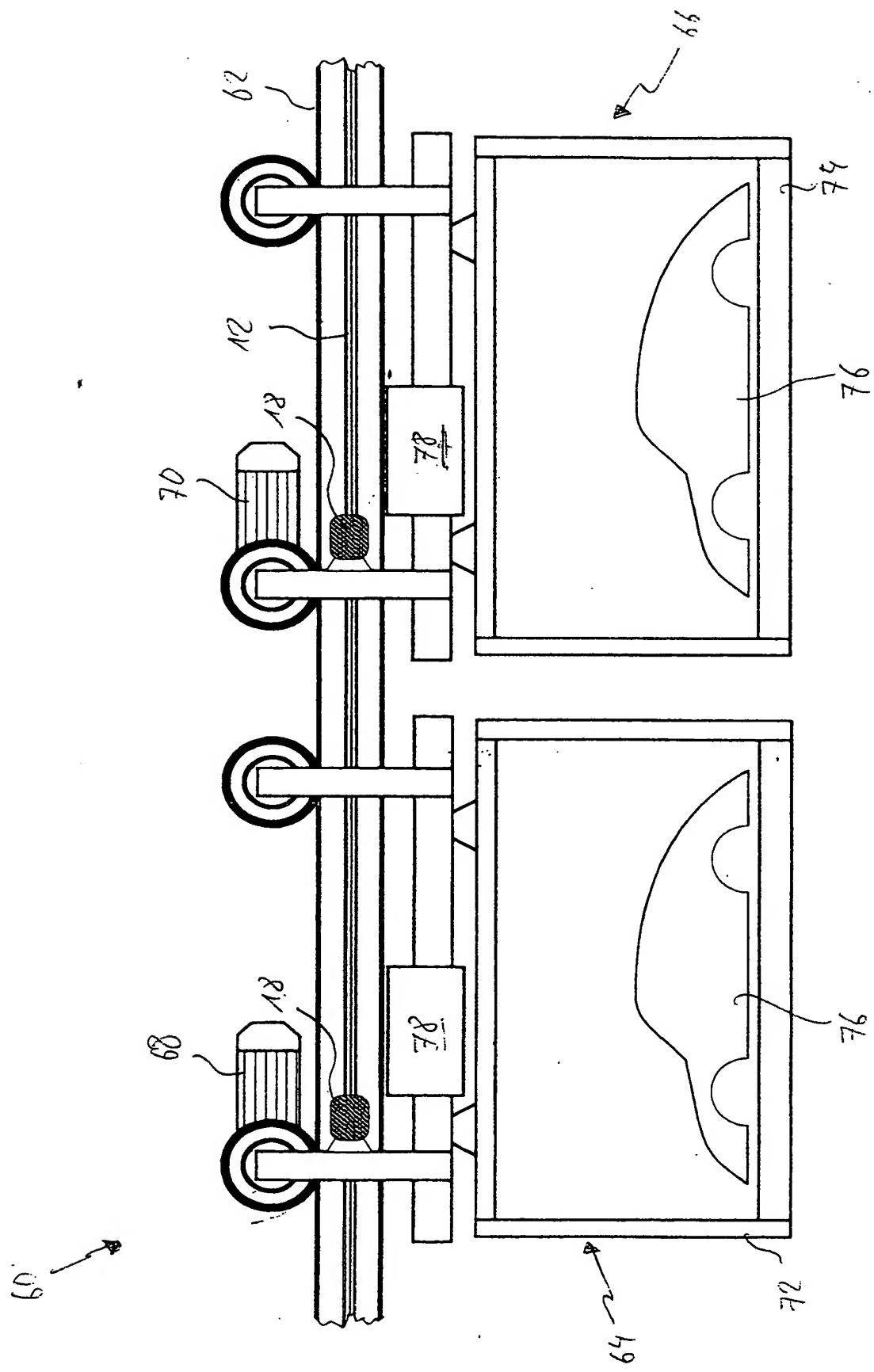


Fig. 2

